

## Model Berstruktur Pengukuran Konstruk Kebergunaan Perisian Kursus Matematik

NORAIDAH SAHARI @ ASHAARI, HAIRULIZA MOHD. JUDI,  
ABDUL AZIM ABDUL GHANI, MOHD HASAN SELAMAT  
& AIDA SURAYA MD. YUNUS

### ABSTRAK

*Penyelidikan bagi membangunkan instrumen yang piawai, memerlukan dua langkah. Pertama, kajian penjelajahan bagi membentuk model ukuran melalui analisis data secara empirik daripada suatu populasi. Kedua, kajian pengesahan yang menguji model ukuran hipotesis terhadap data yang dikumpulkan daripada populasi yang sama. Dalam kajian awal, penyelidik telah menghasilkan satu model hipotesis dan satu set soal selidik melalui beberapa pengujian termasuk ujian kebolehpercayaan dan ujian kesahan kandungan. Instrumen terdiri daripada tujuh faktor dan 64 metrik. Kertas ini membincangkan langkah seterusnya iaitu mengesahkan konstruk instrumen menggunakan analisis faktor penjelajahan seterusnya menghasilkan model berstruktur bagi kebergunaan perisian kursus matematik melalui analisis faktor pengesahan.*

*Kata kunci: Analisis faktor penjelajahan, Analisis faktor pengesahan, Konstruk kebergunaan, kepenggunaan, kefungisian, kecekapan, permodelan persamaan berstruktur.*

### ABSTRACT

*Development of a standard instrument needs two steps. The first step is an exploratory study to construct a hypothesis measurement model through an empirical data analysis from a population. Second, confirmatory study which tests the measurement model on the collected data from the same population. Early studies, researchers had constructed a hypothesis model and a set of questionnaire through several testing including reliability and content validity test. The instrument consists of seven factors and 64 metrics. This paper discusses the next step of the study which is, to validate the construct of the instrument using exploratory factor analysis and finally to produce a structural model of usefulness mathematics courseware through confirmatory factor analysis.*

*Keyword: Exploratory factor analysis, confirmatory factor analysis, usefulness construct, usability, functionality, efficiency, Structural Equation Modeling.*

### PENGENALAN

Pembangunan sesebuah produk perisian pembelajaran multimedia seperti perisian kursus matematik (PKM) perlu melalui proses terperinci dan teratur serta memerlukan jangka masa yang panjang dan kos yang tinggi. Jadi, adalah wajar sekiranya perisian ini dapat dinilai kelebihan dan kekurangannya oleh pihak yang berkepentingan seperti pentadbir dan pendidik agar pelajar mereka benar-benar mendapat manfaat daripada

pembangunan PKM tersebut. Ini bermakna, pembinaan instrumen penilaian yang sah dan boleh dipercayai dapat membantu mereka memilih PKM yang berguna.

Dalam kajian awal, penyelidik (Noraidah et al. 2009; Sahari et al. 2009) menghasilkan satu model hipotesis dan satu set soal selidik melalui beberapa pengujian termasuk ujian kebolehpercayaan dan ujian kesahan kandungan. Kajian tersebut adalah selari dengan objektif penyelidikan ini iaitu, untuk membangunkan sebuah instrumen berbentuk soal selidik bagi menilai konstruk kebergunaan PKM. Pembentukan metrik instrumen adalah berdasarkan model awal kajian. Pengujian metrik instrumen bermula dengan semakan 85 item senarai semak oleh sekumpulan penilai pakar. Seterusnya maklum balas penilai pakar dianalisis dan soal selidik dibentuk. Soal selidik tersebut kemudiannya disemak semula oleh empat orang penilai pakar. Ujian kebolehpercayaan dan kesahan kandungan telah menghasilkan instrumen yang terdiri daripada tujuh konstruk kebergunaan dengan 64 item ataupun metrik.

Artikel ini bertujuan untuk mengesahkan konstruk pengukuran kebergunaan perisian kursus matematik dan seterusnya menghasilkan model berstruktur bagi penilaian konstruk tersebut. Organisasi artikel ini dimulai dengan perbincangan tentang latar belakang kajian, metodologi, dapatan analisis faktor penjelajahan (AFP) dan analisis faktor pengesahan (AFP) dan diakhiri dengan perbincangan serta implikasi kajian.

## LATAR BELAKANG KAJIAN

Dalam pembangunan suatu instrumen beberapa teori kesahan perlu diikuti. Anastasi (1988), de Vellis (1991), Van Dalen (2002) dan Siti Rahayah (2003) menyatakan terdapat tiga jenis kesahan iaitu kesahan kandungan, kesahan kriteria, dan kesahan konstruk. Menurut Van Dalen (2002) dalam menilai kesahan sesuatu alat ukur untuk kajian tertentu, seorang penyelidik hendaklah memeriksa satu atau lebih jenis kesahan tersebut.

Kesahan konstruk merupakan satu jenis kesahan yang perlu diberi perhatian. Sesuatu ujian yang mengukur konsep seperti yang dinyatakan dalam teori dikatakan mempunyai konstruk yang sah. Setiap konstruk merujuk kepada satu konsep yang sangat kompleks yang mengandungi pelbagai faktor yang saling berkait (Van Dalen 2002). Disebabkan konstruk tidak dapat dilihat, pengukuran terhadapnya tidak dapat dilakukan secara langsung. Justeru, konstruk boleh diukur secara tidak langsung berasaskan ciri yang terhasil olehnya (Siti Rahayah 2003). Sesuatu instrumen yang mempunyai kesahan konstruk yang tinggi menunjukkan wujudnya kekuatan sesuatu konsep dalam konstruk yang diukur. Analisis faktor dapat menentukan kesahan konstruk (Anastasi 1988). Analisis faktor adalah kaedah berstatistik bagi mengkaji pertalian antara skor yang dihasilkan oleh metrik yang membentuk sesuatu konstruk. Terdapat dua jenis analisis faktor iaitu, analisis faktor penjelajahan (AFJ) dan analisis faktor pengesahan (AFP)

## ANALISIS FAKTOR PENJELAJAHAN

Analisis Faktor Penjelajahan digunakan untuk menentukan struktur faktor bagi metrik yang berkaitan dengan konstruk. Tujuan melakukan AFJ adalah untuk mencari penyelesaian ringkas dengan struktur yang stabil menggunakan sama ada putaran *varimax* atau *oblique*. Peraturan nilai *Eigen* Kaiser dan ujian *Scree* digunakan untuk menentukan bilangan faktor sesuai yang perlu dikekalkan. Kriteria nilai *Eigen* lebih besar daripada satu digunakan sebagai anggaran awal bagi bilangan faktor yang akan dijana (Hair et al 2005). Selepas mendapatkan bilangan awal bagi satu set faktor, putaran *varimax* dilakukan bagi menghasilkan struktur faktor akhir yang ortogonal. Putaran ortogonal kerap digunakan kerana membenarkan pengulangan keputusan tersebut dalam sampel yang akan datang (Hetzl 1996).

## ANALISIS FAKTOR PENGESAHAN

Dalam pembangunan sesebuah soal selidik, AFJ hanya mengasingkan struktur faktor tanpa mengambil kira jangkaan teori penyelidik. Jadi, Analisis Faktor Pengesahan (AFP) dalam Permodelan Persamaan Berstruktur (PPB) perlu dilakukan bagi mengesahkan struktur teori yang mendasari faktor pendam (Oei dan Hasking 2002). AFP merupakan sebuah teknik yang membenarkan pemeriksaan satu set hubungan kait antara satu atau lebih pemboleh ubah bebas dengan satu atau lebih pemboleh ubah bersandar (Drennan et al. 2005). AFP dilakukan apabila penyelidik mempunyai maklumat berhubung dengan konstruk yang didasari oleh data. Analisis faktor pengesahan dalam kajian pembangunan dan pengesahan instrumen serta kajian kesan-penyebab telah banyak digunakan (Gadzella dan Baloglu 2001; Oei dan Hasking 2002; Ang 2005; Macgowan dan Newman 2005; Drennan et al. 2005; Yang et al. 2005). Teknik tersebut menjadi begitu popular memandangkan teknik ini dapat menilai secara statistik kebanyakan kajian hipotesis.

Analisis faktor pengesahan boleh dijalankan menggunakan perisian PPB seperti LISREL, AMOS, EQS dan beberapa lagi pakej seumpamanya. Penyelidikan ini menggunakan AMOS 5 memandangkan pakej tersebut mempunyai antara muka grafik yang lebih mesra pengguna dan semakin diminati sebagai cara mudah untuk mengenal pasti model struktur (Byrne 2001).

Permodelan Persamaan Berstruktur mempunyai bahasanya sendiri. Pemboleh ubah yang boleh diukur adalah pemboleh ubah yang dapat dicerap secara langsung yang juga dikenali sebagai pemboleh ubah indikator atau metrik. Pemboleh ubah pendam (*latent*) pula, adalah pemboleh ubah yang tidak dapat dicerap secara langsung dan perlu ditunjuk melalui indikator. Ini juga dikenali sebagai pemboleh ubah yang dihipotesis, faktor atau konstruk pendam. Terdapat dua jenis konstruk pendam iaitu, konstruk eksogen (pemboleh ubah bebas) dan konstruk endogen (pemboleh ubah bersandar) (Hair et al., 2005).

Dalam AMOS (Byrne 2001) hubungan antara pemboleh ubah indikator dan pemboleh ubah pendam diwakili dengan rajah lintasan. Bentuk bulatan atau oval, mewakili pemboleh ubah pendam, manakala bentuk segiempat mewakili pemboleh ubah indikator. Ralat selalunya tidak dapat dicerap, jadi diwakili dengan bentuk bulatan atau oval. Dalam rajah lintasan, anak panah bermata satu melambangkan hubungan regresi di antara konstruk endogen; konstruk eksogen dengan konstruk endogen; dan di antara konstruk endogen dengan konstruk endogen yang lain. Manakala anak panah bermata dua menunjukkan hubungan korelasi atau kovarians antara konstruk pendam eksogen. Konstruk pendam eksogen dibenar berkorelasi antara satu sama lain secara bebas.

Keputusan yang ditunjukkan daripada hasil analisis dapat menguji padanan model dan menganggar parameter seperti pemberat regresi dan korelasi berganda kuasadua ( $R^2$ ) serta ralat piawai bagi setiap parameter bebas di dalam model. Pemberat regresi adalah anggaran pekali tidak piawai yang diperoleh daripada penganggaran kebolehdajadian maksimum. Pemberat regresi piawai adalah anggaran pekali piawai yang tidak bergantung kepada pemboleh ubah yang diukur. Jadi, boleh digunakan untuk membuat perbandingan kesan setiap pemboleh ubah indikator secara relatif terhadap faktor pendam. Korelasi berganda kuasadua ( $R^2$ ) merupakan indeks perkadaran variasi pemboleh ubah pendam endogen yang diterangkan oleh pemboleh ubah peramal. Lebih tinggi nilai korelasi ini, maka lebih tinggi kuasa penerang dalam model, maka lebih baik atau efisien peramalan bagi pemboleh ubah bersandar. Nilai  $R^2$  ini digunakan untuk mengukur kekuatan hubungan model hipotesis.

## METODOLOGI

Model hipotesis dan satu set soal selidik dibangunkan dan diuji melalui beberapa siri ujian kesahan kandungan dan ujian kebolehpercayaan. Kualiti kebergunaan asal yang dicadangkan terdiri daripada dua sub faktor Kepenggunaan (kemudahan, menyenangkan), empat sub faktor Kefungsian (penerangan konsep, pengukuhan dan penilaian dan ketepatan kurikulum) dan satu Kecekapan (bahan sokongan pembelajaran).

Instrumen dengan tujuh faktor dan 64 metrik ditadbir ke atas 650 orang guru matematik yang dipilih secara rawak daripada lima zon di Malaysia. Mereka perlu menilai sebuah PKM berbentuk tutorial berdasarkan metrik daripada instrumen yang dibekalkan. Data hasil penilaian dianalisis menggunakan perisian SPSS 12.0 dan AMOS 5. Analisis yang dijalankan adalah Analisis Faktor Penyelajahan (APJ) dan Analisis Faktor Pengesahan (AFP).

## HASIL ANALISIS

Daripada 650 soal selidik dan PKM yang diedarkan, seramai 626 orang (96.3%) telah memberi maklum balas. Enam kes disingkirkan kerana maklum balas yang tidak boleh dipercayai dikesan. Indeks kebolehpercayaan Cronbach alfa bagi instrumen kebergunaan berasaskan 64 metrik, adalah 0.971. Hasil analisis faktor penyelajahan dan pengesahan dibincangkan seterusnya.

### 1. Hasil Analisis Faktor Penyelajahan

Berdasarkan penyelidikan ini, AFJ dengan analisis komponen prinsipal dilakukan untuk memeriksa dimensi bagi konstruk kebergunaan. Dua penunjuk digunakan untuk menentukan sama ada sampel adalah sesuai untuk dianalisis. Ukuran Kaiser-Meyer-Olkin bagi indeks kesesuaian persampelan adalah 0.962 iaitu sangat baik dan *Barlett's test of Sphericity* adalah signifikan dengan  $\chi^2 = 2016$  dan  $p < 0.0001$ , menunjukkan sampel dan metrik korelasi sesuai untuk dianalisis (Field 2005). Bagi menghasilkan faktor yang lebih stabil, prosedur lelaran dilakukan. Selepas lelaran yang pertama, pemberat metrik disemak dan metrik yang tidak memenuhi pemberat yang dikehendaki dikeluarkan sebagaimana yang dinyatakan oleh Hair et al. (2005). Mereka mencadangkan pemberat metrik  $> 0.30$  dianggap signifikan,  $> 0.40$  lebih penting dan  $> 0.50$  dikatakan sangat signifikan.

Metrik yang berat kepada lebih daripada satu faktor (*cross-loading*) juga disemak. Tujuannya, agar bilangan faktor yang minimum dengan setiap metrik berat hanya kepada satu faktor dihasilkan. Metrik yang baik adalah metrik yang berat lebih daripada 0.4 pada faktor berkaitan dan kurang daripada 0.4 pada faktor lain (Stevens 1996). Faktor analisis sekali lagi dilakukan terhadap metrik yang tinggal, diikuti dengan melakukan putaran *varimax*. Putaran *varimax* dilakukan kerana tiada bukti korelasi di antara faktor secara teori dan secara empirik. Faktor dengan nilai eigen lebih besar daripada satu diekstrak. Pemberat metrik yang lebih besar daripada 0.45 dipertimbangkan kerana matlamat kajian adalah untuk memilih metrik yang utama sahaja dan bilangan metrik yang mengukur sesuatu faktor dapat dikurangkan.

Nilai eigen yang lebih daripada satu digunakan sebagai anggaran bilangan faktor. Terdapat 10 faktor dengan nilai eigen yang lebih daripada satu seperti yang ditunjukkan dalam Jadual 1. Peratus varians juga ditunjukkan dalam Jadual 1 dengan varians kumulatif yang menyumbang kepada skor kebergunaan adalah sebanyak 62.017%. Analisis kebolehpercayaan, menunjukkan indeks Cronbach alfa bagi setiap faktor adalah seperti yang ditunjukkan dalam jadual. Metrik e57 digugurkan daripada faktor 3 kerana penyingkirannya dapat meningkatkan pekali alfa 0.822 kepada 0.828. AFJ telah menghasilkan 10 faktor dengan 57 metrik.

Seterusnya, analisis terhadap metrik setiap faktor diperiksa untuk menamakan faktor tersebut. Didapati metrik bagi Faktor 1, Faktor 2 dan Faktor 10 menepati faktor Kepenggunaan iaitu: Kemudahan, Menyenangkan dan Kemudahkawasan. Metrik bagi Faktor 3 dan Faktor 6 digabungkan dan menepati indikator bagi faktor Kecekapan iaitu Bahan Sokongan Pembelajaran. Manakala metrik Faktor 4, Faktor 5 dan Faktor 7 menepati faktor Kefungsian bagi sub faktor Kesesuaian iaitu, Pengukuhan, Penerangan konsep, dan Penilaian masing-masing. Metrik Faktor 8 dan Faktor 9 digabungkan kerana metrik tersebut mengukur faktor Kefungsian bagi sub faktor Ketepatan Kurikulum. Ini bermakna, instrumen mempunyai 8 faktor dengan 57 metrik.

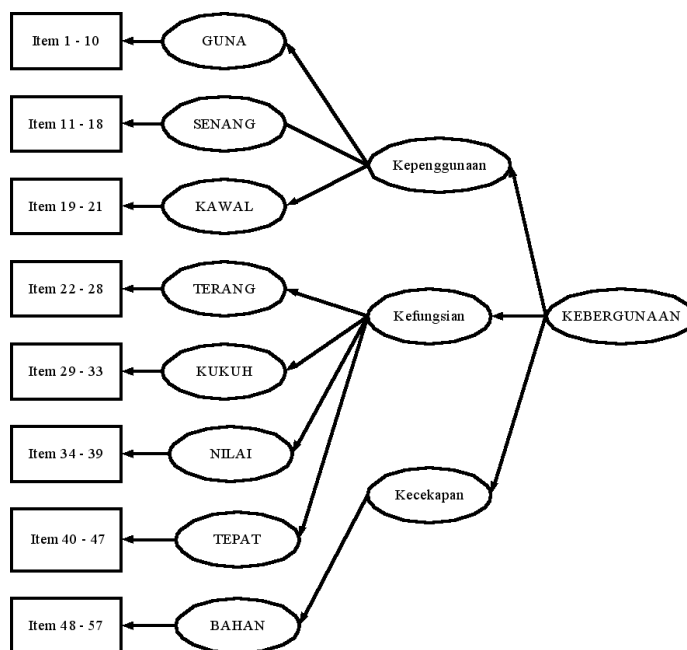
JADUAL 1. Nilai Eigen dan Indeks Kebolehpercayaan Faktor

Faktor	Nilai eigen			Indeks Cronbach Alfa
	Jumlah	Peratus Varians	Varians Kumulatif	
1	23.343	36.473	36.473	0.901
2	3.114	4.865	41.338	0.913
3	2.964	4.631	45.969	0.828
4	2.638	4.122	50.091	0.868
5	1.695	2.648	52.739	0.871
6	1.297	2.027	54.766	0.863
7	1.268	1.982	56.748	0.804
8	1.192	1.862	58.610	0.826
9	1.128	1.762	60.372	0.861
10	1.053	1.645	62.017	0.801

## 2. Hasil Analisis Faktor Pengesahan

Hipotesis AFP didasari oleh keputusan AFJ. Tujuan pemodelan ini adalah untuk menguji sejauh mana model hipotesis secara tepatnya menggambarkan data sampel. Dalam AFP, pemberat faktor ditunjukkan oleh koefisien regresi. Semakin besar nilai pemberat faktor dibandingkan dengan ralat piawai, semakin kuat bukti yang faktor mendasari konstruk.

Kualiti kebergunaan asal yang dicadangkan adalah terdiri daripada dua sub faktor Kepenggunaan, empat sub faktor Kefungsian dan satu Kecekapan. Setelah AFJ dilakukan, terdapat tiga sub faktor Kepenggunaan, termasuk Kemudahgunaan, Menyenangkan dan Kemudahkawalan, dua sub faktor Kefungsian iaitu Kesesuaian Strategi Pengajaran dan Ketepatan Kurikulum. Kesesuaian merangkumi tiga kriteria iaitu, penerangan konsep, pengukuhan dan penilaian. Faktor Kecekapan diukur dengan kriteria Bahan Sokongan Pembelajaran. Rajah 1 menunjukkan model hipotesis yang dipadankan dengan data.

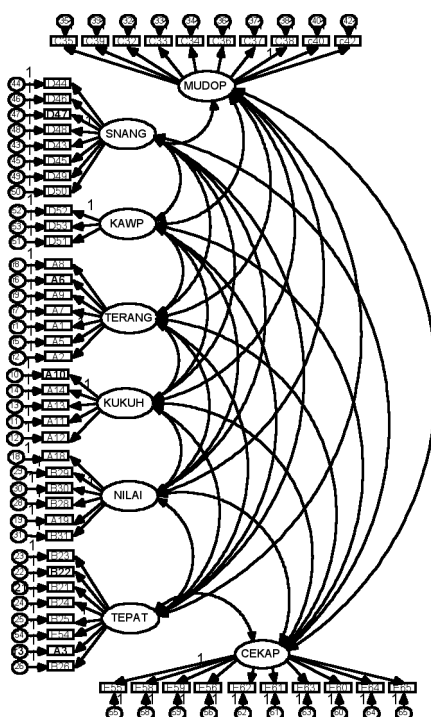


RAJAH 1. Model Hipotesis

Terdapat tiga peringkat pemboleh ubah pendam. Peringkat pertama mempunyai lapan kriteria: Kemudahan (MUDOP), Menyenangkan (SENANG), Kemudahkawalan (KAWP), Penerangan konsep (TERANG), Pengukuhan (KUKUH), Penilaian (NILAI), Ketepatan kurikulum (TEPAT) dan Bahan Sokongan Pembelajaran (BAHAN). Peringkat kedua mempunyai tiga faktor: Kepenggunaan, Kefungsian dan Kecekapan. Manakala peringkat ketiga terdapat satu faktor pendam iaitu atribut Kebergunaan. Seterusnya dapatan model padanan setiap peringkat dibincangkan.

### MODEL PADANAN PERINGKAT PERTAMA

Lima puluh tujuh metrik pemboleh ubah dicerap ke dalam model hipotesis. Model ini digambarkan dalam Rajah 2, iaitu model grafik yang dikeluarkan oleh AMOS 5. Model ini dapat menentusahkan sama ada kesemua pemboleh ubah yang diukur mewakili lapan pemboleh ubah pendam atau faktor sebagaimana hipotesis. Memandangkan hanya satu kriteria mengukur faktor kecekapan iaitu Bahan Sokongan Pembelajaran, analisis ini menggunakan simbol CEKAP mewakili kriteria dan faktor tersebut.



Indeks Padanan:  $\chi^2/dk=3.668$ ; RMR=0.044; GFI=0.725; CFI=0.811; RMSEA= 0.066; AIC=5826.295

RAJAH 2. Model Berstruktur 8-Faktor 57 Metrik (Model A)

Model awal memberikan padanan model yang berpatutan (Marsh dan Hocevar, 1985) sebagaimana yang ditunjukkan oleh indeks pengukuran padanan  $\chi^2/dk=3.668$  dengan nilai Indeks kebagusan Padanan (GFI) dan Indeks Padanan Bandingan (CFI) agak jauh daripada 0.9 dan nilai Anggaran Min Punca Kuasadua Ralat (RMSEA) juga agak besar (0.066). Walau bagaimanapun, padanan model ini boleh ditingkatkan dengan melakukan sedikit pengubahsuaian. Model Analisis Faktor Pengesahan Awal ini diubah suai dengan mengeluarkan pemboleh ubah yang tidak signifikan.

Semakan dilakukan ke atas indikator mengenai kesignifikanan sumbangan yang diberi terhadap model keseluruhan dan hubungan dengan lain-lain indikator. Tiga analisis dijalankan untuk membuat keputusan sama ada suatu metrik itu patut disingkir atau dikekalkan. Analisis tersebut adalah semakan ke atas indeks



pengubahsuaian (*Modification Indices*-MI), reja piawai bagi metrik kovarians dan korelasi di antara dua indikator. MI menunjukkan penambahbaikan dalam nilai Khi kuasa dua, bagi sebarang pengubahsuaian ke atas model. Korelasi Spearman digunakan bagi memperoleh hubungan antara metrik dalam faktor pendam yang sepunya.

Samakan menggunakan ketiga-tiga pendekatan analisis dilakukan. Contoh pengubahsuaian ditunjukkan dalam Jadual 2. Cadangan hubungan antara r58 dan r55 diletakkan ke dalam model, memandangkan sisihan di antara metrik kovarians model dan metrik kovarians data bagi r58 dan r55 adalah 8.351 ( $> 2.00$ ). Jadi, cadangan hubungan di antara kedua-dua metrik dikukuhkan ( $r = 0.645$ ) dan didapati nilai  $\chi^2$  berkurang sebanyak 166.008. Daripada contoh ini salah satu metrik sama ada r58 atau r55 dikeluarkan kerana pengukuran salah satu metrik adalah memadai. Kemudian, semakan yang serupa dilakukan kepada metrik lain sehingga padanan model baik diperolehi.

JADUAL 2. Analisis Semakan Metrik

Cadangan Hubungan	Nilai MI	Nilai Reja	Korelasi
r58 dan r55	166.008	8.351	0.645

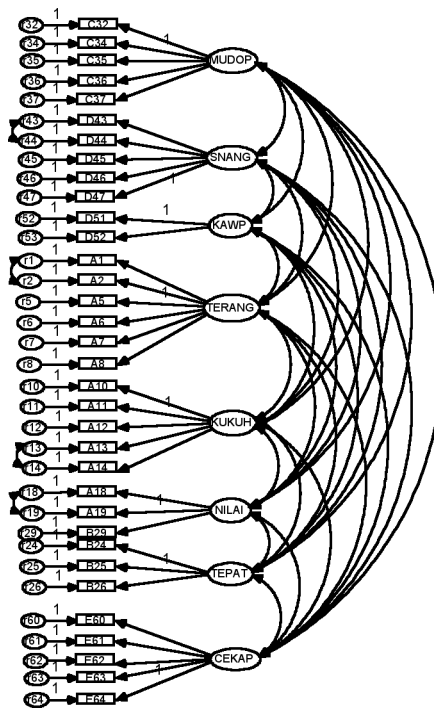
Berdasarkan analisis yang dilakukan, sebanyak 23 metrik dikeluarkan dan diwujudkan korelasi bagi ralat r43 dan r44; r1 dan r2; r13 dan r14; r18 dan r19; ke dalam model. Sebanyak 34 metrik yang tinggal bagi lapan faktor. Analisis faktor pengesahan seterusnya dilakukan terhadap metrik yang tinggal untuk menguji hipotesis tentang struktur faktor.

Rajah 3 menunjukkan padanan model pengesahan peringkat pertama (Model B) menggunakan lapan pemboleh ubah pendam atau faktor yang berkorelasi di antara satu sama lain dengan 34 metrik. Nilai  $\chi^2 / dk$  (1.938) berada dalam julat 1-3 menunjukkan bahawa model ini boleh diterima. Nilai indeks padanan yang lain, iaitu GFI (0.916) dan CFI (0.959) yang melebihi 0.9 dan nilai Punca Min Kuasdua Reja (RMR) (0.023) dan RMSEA (0.039) yang kurang daripada 0.05 menunjukkan padanan model yang baik (Arbuckle 2003).

Anggaran parameter semua nilai pemberat regresi adalah signifikan berdasarkan ujian-t dengan nisbah kritikal  $\geq \pm 1.96$  (iaitu nilai- $p < 0.05$ ). Ini bermakna, kesemua pemboleh ubah yang dicerap atau diukur dapat diwakili oleh pemboleh ubah pendam atau faktor masing-masing dengan signifikan.

Jadual 3 menunjukkan pemberat regresi piawai bagi setiap metrik kepada faktor masing-masing. Pemberat faktor Kemudahan 0.666 menunjukkan apabila metrik C37 berubah satu unit, faktor Kemudahan berubah 0.666 unit. Bagi faktor Kemudahan, metrik C36, C35, dan C34, merupakan indikator yang paling utama. Begitu juga dengan faktor Menyenangkan, indikator paling utama adalah metrik D46 dan D47 dan seterusnya.

Jadual 3 juga, menunjukkan nilai korelasi kuasa dua,  $R^2$  bagi metrik. Nilai  $R^2$  yang kurang daripada 0.40 dianggap sebagai rendah, nilai antara 0.40 hingga 0.60 sebagai sederhana dan lebih daripada 0.60 menunjukkan sebagai indikator yang kuat. Nilai  $R^2 = 0.526$  bagi E60 bermaksud 52.6% daripada perubahan di dalam Kecekapan dijelaskan oleh indikator E60. Daripada jadual, hanya empat metrik berada di dalam kategori indikator rendah, 23 dalam kategori sederhana dan tujuh selebihnya dalam kategori indikator kuat dengan  $R^2$  lebih daripada 0.6. Anggaran  $R^2$  menerangkan ukuran yang sederhana hingga kuat, menyokong model hipotesis lapan faktor.



Indeks padanan  $\chi^2/dk=1.938$ ; RMR=0.023; GFI=0.916; CFI=0.959; RMSEA= 0.039; AIC=1159.327

RAJAH 3. Model Berstruktur 8-Faktor 34 Metrik (Model B)

#### MODEL PADANAN PERINGKAT KEDUA

Rajah 4 menunjukkan model padanan peringkat kedua (Model C). Dalam model padanan peringkat kedua, terdapat lapan pemboleh ubah pendam peringkat pertama, manakala pemboleh ubah pendam peringkat kedua adalah Kebergunaan perisian kursus matematik. Indeks padanan  $\chi^2/dk = 2.124$ ; RMR = 0.028; GFI = 0.904; CFI = 0.949; RMSEA = 0.043, menunjukkan padanan model baik. Penerimaan padanan model di atas menunjukkan yang metrik tersebut mengukur lapan faktor pendam. Manakala lapan faktor pendam itu pula mengukur faktor pendam Kebergunaan. Model menunjukkan pemberat regresi bagi kriteria Kemudahan, Menyenangkan, Kemudahkawatan, Penerangan Konsep, Pengukuhan, Penilaian, Ketepatan dan Kecekapan adalah 0.728, 0.681, 0.745, 0.896, 0.857, 0.952, 0.834 dan 0.848 masing-masing. Anggaran  $R^2$  adalah 0.531, 0.464, 0.555, 0.803, 0.734, 0.906, 0.696 dan 0.719 masing-masing. Nilai ini menerangkan ukuran yang kuat menyokong kriteria tersebut mengukur faktor kebergunaan.

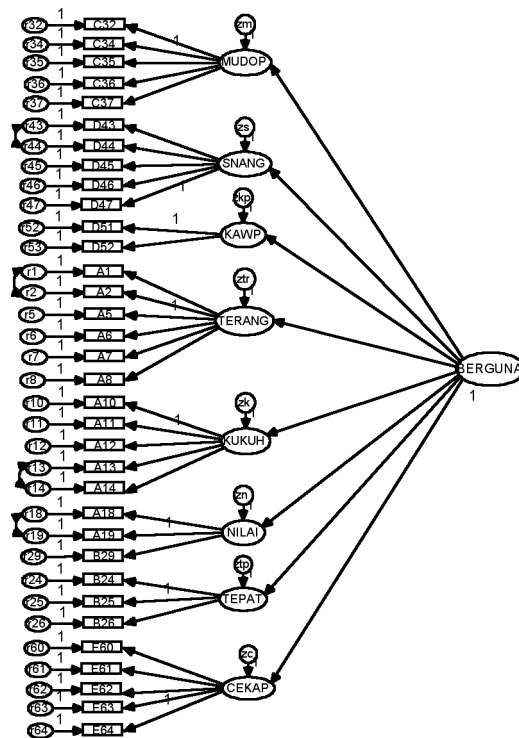


JADUAL 3. Pemberat Regresi dan R<sup>2</sup> Model 8 faktor

Metrik	MUDOP	SNANG	KAWP	TERANG	KUKUH	NILAI	TEPAT	CEKAP	R <sup>2</sup>
C37	.666								.443
C36	.794								.631
C35	.789								.623
C34	.778								.605
C32	.719								.517
D47		.813							.662
D46		.865							.748
D45		.740							.548
D44		.737							.543
D43		.679							.461
D52			.716						.512
D51			.838						.703
A8				.722					.521
A7				.706					.499
A6				.735					.540
A5				.748					.560
A2				.626					.391
A1				.612					.375
A13					.709				.503
A12					.760				.578
A11					.762				.580
A10					.736				.541
A14					.727				.529
B29						.534			.285
A19						.691			.477
A18						.605			.366
B25							.729		.532
B24							.633		.401
B26							.793		.628
E61								.755	.571
E62								.724	.523
E63								.740	.547
E64								.694	.481
E60								.725	.526

MUDOP=Kemudahan  
 KAWP=Kemudahkawasan  
 TERANG=Penerangan  
 TEPAT=Ketepatan

KUKUH=Penguhan  
 SNANG=Menyenangkan  
 NILAI=Penilaian  
 CEKAP=Kecekapan



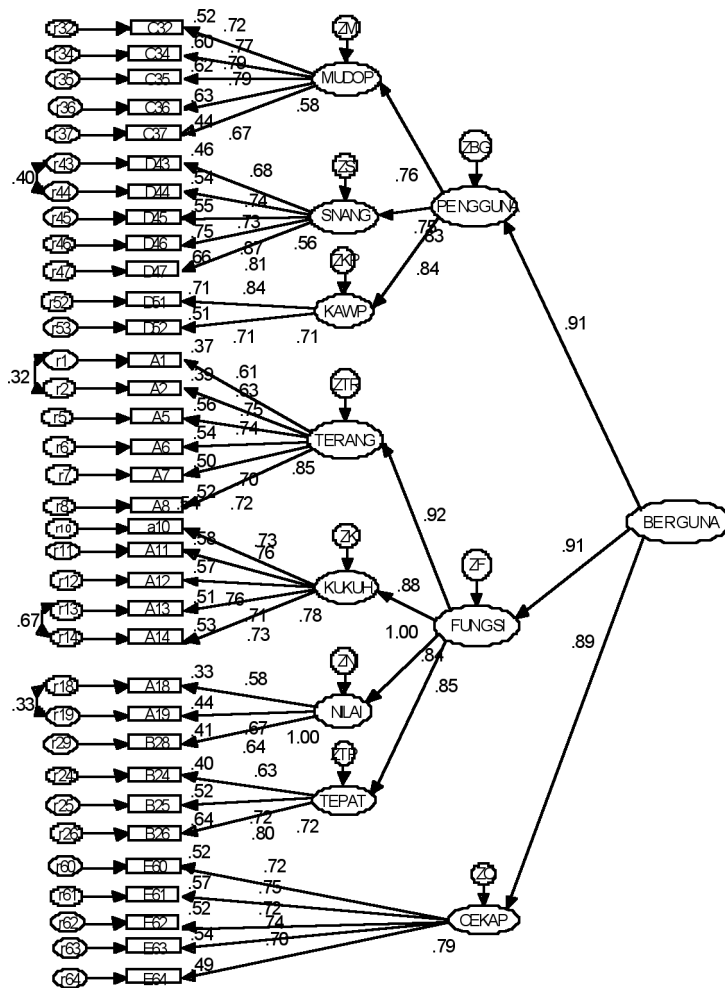
Indeks padanan:  $\chi^2/dk=2.124$ ; RMR=0.028; GFI=0.904; CFI=0.949; RMSEA= 0.043; AIC=1253.844

RAJAH 4. Model Berstruktur Peringkat Kedua (Model C)

#### MODEL PADANAN PERINGKAT KETIGA

Rajah 5 menunjukkan Model padanan peringkat ketiga (Model D). Model ukuran ini telah membuktikan yang faktor pendam Kepenggunaan, Kefungsian dan Kecekapan mengukur faktor pendam Kebergunaan. Terdapat tiga pemboleh ubah pendam secara berperingkat. Peringkat pertama terdapat lapan faktor (Kemudahangunaan, Menyenangkan, Kemudahkawalan, Penerangan, Pengukuhan, Penilaian, Ketepatan dan Bahan Sokongan Pembelajaran). Peringkat kedua terdapat tiga faktor (Kepenggunaan, Kefungsian dan Kecekapan). Peringkat ketiga terdapat satu faktor pendam iaitu Kebergunaan Perisian Kursus Matematik. Indeks padanan ( $\chi^2/dk=1.889$ ; RMR=0.026; GFI=0.916; CFI=0.957; RMSEA= 0.039) menunjukkan yang model padanan baik dihasilkan.

Model D adalah model berstruktur yang menyokong model hipotesis yang mana faktor pendam Kebergunaan diterangkan oleh faktor pendam Kefungsian, Kepenggunaan dan Kecekapan dengan pemberat faktor 0.914, 0.911 dan 0.889 dan nilai  $R^2$  adalah 0.836, 0.830 dan 0.790 masing-masing. Anggaran  $R^2$  ini menerangkan ukuran yang kuat menyokong model hipotesis. Faktor pendam Kefungsian dijelaskan oleh faktor pendam Penilaian, Penerangan Konsep, Pengukuhan, dan Ketepatan dengan pemberat faktor 1.00, 0.921, 0.885, dan 0.851 dan  $R^2$  adalah 1.0, 0.848, 0.782, dan 0.724 masing-masing. Faktor pendam Kepenggunaan diterangkan oleh faktor pendam Kemudahkawalan, Kemudahangunaan dan Menyenangkan dengan pemberat faktor 0.844, 0.760, dan 0.750 dan nilai  $R^2$  adalah 0.712, 0.577 dan 0.562, masing-masing. Seterusnya faktor pendam Kemudahangunaan, Menyenangkan, Kemudahkawalan, Penerangan, Pengukuhan, Penilaian, Ketepatan serta Kecekapan dapat diukur oleh pemboleh ubah indikator atau metrik yang berkaitan dengan pemberat di antara 0.575 hingga 0.867.



Indeks padanan:  $\chi^2/df=1.962$ ; RMR=0.026; GFI=0.911; CFI=0.957; RMSEA= 0.039; AIC=1170.698

RAJAH 5. Model Berstruktur Peringkat Ketiga (Model D)

Perbandingan indeks padanan bagi keempat-empat model di atas dilakukan dan ditunjukkan dalam Jadual 4. Indeks padanan terbaik ditunjukkan oleh model B. Ini menunjukkan metrik yang dipilih mengukur lapan faktor tersebut dengan baik. Namun begitu kewujudan faktor di peringkat yang lebih tinggi ditunjukkan dengan mengukur pekali sasaran (Doll et al. 1994). Dengan model B (model peringkat pertama) sebagai model sasaran, pekali sasaran adalah nisbah  $\chi^2$  model B terhadap model C (model peringkat kedua). Dalam kes ini, pekali sasaran adalah 0.877 memberi bukti jelas yang faktor peringkat kedua wujud. 87.7% bagi perubahan dalam model lapan faktor peringkat pertama dijelaskan oleh model peringkat kedua faktor kebergunaan. Begitu juga dengan kewujudan model peringkat ketiga sangat jelas dibuktikan dengan pekali sasaran adalah 0.951.

JADUAL 4. Perbandingan Indeks Padanan

Model	$\chi^2$	df	$\chi^2/df$	Pekali Sasaran
Model B (peringkat pertama)	959.327	495	1.938	1.000
Model C (peringkat kedua I)	1093.844	515	2.124	0.877
Model D (peringkat ketiga)	1008.698	514	1.962	0.951

## PERBINCANGAN

Kajian awal melibatkan pembangunan model penilaian kebergunaan yang meliputi faktor kepenggunaan, kefungsiian dan kecekapan. Pada peringkat awalnya faktor kepenggunaan mengandungi dua sub faktor iaitu kemudahgunaan dan menyenangkan. Tetapi setelah AFJ dilakukan, faktor kepenggunaan dikelompokkan kepada tiga kriteria iaitu, kemudahgunaan, menyenangkan dan kemudahkawalan. Kepentingan kriteria kemudahkawalan dalam suatu perisian menyokong pendapat Clark dan Mayer (2002). Tiga kriteria yang dihasilkan menyokong takrifan asas Mack dan Nielsen (1994) bahawa kepenggunaan adalah bagaimana pengguna mudah mempelajari cara mengoperasi suatu sistem, bagaimana mereka dapat mengawal secara berkesan sistem tersebut dan bagaimana sistem itu menyenangkan pengguna semasa menggunakannya.

Faktor kefungsiian merangkumi dua sub faktor iaitu kesesuaian dan ketepatan. Sub faktor kesesuaian mengandungi tiga kriteria iaitu, penerangan konsep, pengukuhan dan sub faktor ketepatan berkaitan dengan ketepatan strategi dan kandungan kursus. Faktor kecekapan terdiri daripada bahan sokongan pembelajaran. Jadi, model struktur penilaian terdiri daripada tiga peringkat. Peringkat pertama terdiri daripada lapan kriteria iaitu kemudahgunaan, menyenangkan, kemudahkawalan, penerangan konsep, pengukuhan, penilaian, ketepatan dan bahan sokongan pembelajaran. Peringkat kedua model terdiri daripada tiga sub faktor iaitu kepenggunaan, kefungsiian dan kecekapan dan peringkat ketiga adalah atribut kualiti kebergunaan. Analisis faktor pengesahan yang dijalankan telah menghasilkan model berstruktur dan menentukannya serta menghasilkan satu set instrumen yang piawai.

## KESIMPULAN DAN IMPLIKASI KAJIAN

Dapatan kajian menunjukkan faktor paling utama dalam mengukur atribut kebergunaan adalah faktor kefungsiian dengan elemen kandungan dan strategi pengajaran termasuk penilaian, penerangan konsep, pengukuhan dan ketepatan. Susunan keutamaan metrik menunjukkan metrik yang berkaitan aktiviti penilaian sangat penting. Aktiviti penilaian sendiri yang boleh dicapai bila-bila masa dengan penjana laporan ujian serta penyelesaian lengkap merupakan elemen yang perlu diberikan keutamaan. Penerangan konsep matematik berdasarkan eksperimen dan penggunaan grafik bagi memudahkan penguasaan suatu konsep matematik, menyokong pernyataan Zaleha dan Zamzalina (2000), Battista (2002), dan Perry (2005). Faktor kecekapan suatu PKM dengan bahan sokongan pembelajaran membantu pemahaman pelajar terhadap konsep matematik. Memandangkan matematik merupakan satu mata pelajaran yang abstrak dan sukar dijelaskan, pembangun PKM perlu menggunakan sepenuhnya kuasa visualisasi dan keupayaan teknologi komputer dalam membangunkan PKM agar sesuatu konsep matematik mudah dikuasai.

Kebergunaan, melalui konstruk kepenggunaan tidak kurang pentingnya dalam penilaian suatu PKM. Dapatan ini menunjukkan elemen kepenggunaan perlu diberi perhatian dalam pembangunan suatu PKM. Jika faktor kepenggunaan iaitu kemudahkawalan, kemudahgunaan dan menyenangkan tidak diberi perhatian, masa pengguna lebih ditumpukan kepada belajar menggunakan perisian, bukan belajar bahan yang disediakan oleh perisian tersebut seperti yang dinyatakan oleh Stamelos et al. (2000). Faktor kepenggunaan penting dalam penilaian perisian kursus dan ini menyokong faktor instrumen penilaian yang dibina oleh Albion (1999), Al-Nuaim Hana (2000), dan Diaz et al. (2002).

Ujian kesahan konstruk, AFP dan AFJ telah menghasilkan model berstruktur dan metrik berpemberat. Pembangun perisian kursus boleh menggunakan model ini sebagai panduan semasa membangunkan PKM. Mereka boleh merujuk kepada keutamaan faktor yang perlu diberi perhatian berdasarkan pemberat faktor dan metrik kebergunaan PKM yang dihasilkan. Metrik pengukuran kebergunaan ini dapat digunakan oleh guru bagi memilih PKM yang berguna untuk pelajar mereka sebagai bahan pembelajaran atau tutorial.

## RUJUKAN

- Albion, P. (1999). Evaluating the Implementation of Problem-Based Learning in Interactive Multimedia. (atas talian) [http://www.ascilite.org.au/conference/coffs00/papers/peter\\_albion.pdf](http://www.ascilite.org.au/conference/coffs00/papers/peter_albion.pdf) (24/6/2003)
- Al-Nuaim Hana Abdullah. (2000). Development and Validation of a Multimedia User Interface Evaluation Tool in the Context of Education Web Sites. Tesis Doktor Falsafah. George Washington University.
- Anastasi, A. 1988. *Psychological Testing*. Ed. ke-6. New York: Macmillan.
- Ang, R.P. 2005. Development and Validation of the Teacher-Student Relationship Inventory Using Exploratory and Confirmatory Factor Analysis. *Journal of Experimental Education*, 74(1): 55-73.
- Arbuckle, J.L. *Amos* Vol. 5, SmallWaters Corp, Chicago, IL (2003)
- Battista, M.T. (2002). Learning Geometry in Dynamic Computer Environment. *Teaching Children Mathematics*. 8(6). 333-339.
- Byrne, B.M. 2001. *Structural Equation Modeling with AMOS: Basic Concepts Applications, and Programming*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Clark, R.C. & Mayer, R.E. (2002). *E-Learning and Science of Instruction*. San Francisco: Pfeiffer Publishing.
- de Vellis, R.S. (1991). *Scale Development: Theory and Applications*. Newbury Park, CA: Sage.
- Diaz, P., Sicilia, M.A. & Aedo, I. (2002). Evaluation of Hypermedia Educational Systems: Criteria and Imperfect Measures. *Proceedings of the International Conference on Computer in Education*. Auckland. 621-626.
- Doll, W. J., Xia, W. & Tokzadeh, G. (1994). A Confirmatory Factor Analysis of the End-User Computing Satisfaction Instrument. *MIS Quarterly*, Dec. 18 (4), 453-461.
- Drennan, J., Kennedy, J. & Pisarski, A. 2005. Factors Affecting Student Attitudes Toward Flexible Online Learning in Management Education. *Journal of Educational Research*, 98(6), 331-338
- Field, A. 2005. *Discovering statistics using SPSS (2nd ed.)*, SAGE Publications, Thousand Oaks, CA.
- Gadzella, B.M. & Baloglu, M. 2001. Confirmatory Factor analysis and Internal Consistency of the Student-Life Stress Inventory. *Journal of Instructional Psychology*, 28(2), 84-94.
- Hair, J. F., Anderson, E.R., Tatham, L.R. & Black, C.W. 2005. *Multivariate Data Analysis*. Ed. Ke-6. New Jersey: Prentice-Hall, Inc.
- Hetzl, C. 1996. A Primer on Factor Analysis with Comments on Patterns of Practise and reporting, Dlm. B. Thompson (pnyt.). *Advances in social Science Methodology*. 4, 175-206. Greenwich CT: JAL.
- Macgowan, M.J., & Newman, F.L. 2005. Factor Structure of the Group Engagement Measure. *Social Work Research*, 29, 107-118.
- Mack, R.L. & Nielsen, J. (1994). Executive Summary. Dlm. Nielsen, J. & Mack, R.J. (pnyt.). *Usability Inspection Methods*. 1-23. New York: John Wiley & Sons.
- Marsh, H.W. & Hocevar, D. (1985). Application of confirmatory factor analysis to the study of self-concept: First- and Higher-order factor models and their invariance across groups. *Psychology Bulletin*. 97(3): 562-582.
- Noraidah Sahari, Hairuliza Mohd. Judi, Abdul Azim Abdul Ghani, Hasan Selamat, Aida Suraya Md.Yunus. 2009. Construction and Selection of Usefulness Evaluation Items. *International Journal Of Education And Information Technologies*. Issue 1, Volume 3.
- Oei, T.P.S. & Hasking, P. 2002. Confirmatory factor Analysis of the Quitting Time for Alcohol Questionnaire. *Addictive Behaviors*, 893, 1-9.
- Perry, T.L. (2005). When Should Your Organization Use Technology-Based Training. (atas talian) <http://www.refresh.com/tbtraining.html> (5 Disember 2005)
- Sahari, N, Abdul Ghani, A.A., Selamat, H. and Md. Yunus, A.S. 2009. Development and Validation of Mathematics Courseware Usefulness Evaluation Instrument for Teachers. *Journal of Applied Science*. 9(3). 535-541.
- Siti Rahayah Ariffin. 2003. *Teori, Konsep dan Amalan Dalam Pengukuran Dan Penilaian*. Pusat Perkembangan Akademik. Universiti Kebangsaan Malaysia.
- Stamelos, J., Refanidis, J., Katsaros, P., Tsoukias, A., Vlachavas, J. & Pombortsis, A. (2000). An adaptable framework for educational software evaluation, Decision Making: Recent Developments and Worldwide Applications, Ed. by Zanakis & Doukidis, *Applied Optimization* Vol. 45. 347-360, Kluwer Academics.
- Stevens, J. (1996). *Applied Multivariate statistics for the social sciences (3<sup>rd</sup> ed.)*. New Jersey: Erlbaum.

Van Dalen, D. B. 2002. *Memahami Penyelidikan Pendidikan : Satu Pengenalan. Terjemahan*, Abdul Fatah Abdul Malik, Mohd Majid Konting. Ed. Ke-4. Serdang: Penerbit Universiti Putra Malaysia.

Yang, Z., Cai, S., Zhou, Z., & Zhou, N. 2005. Development and Validation of an Instrument to Measure User Perceived Service Quality of Information Presenting Web Portals. *Information & Management*, 42, 575-589

Zaleha Ismail & Zamzalina Mohd Jamal. (2000). Rekabentuk perisian Multimedia untuk Pembelajaran mata Pelajaran Kejuruteraan Peringkat Sekolah Menengah. *International Conference Proceeding, Education and ICT in the New Millenium, UPM*. Hlm 242-249.

Noraidah Sahari @ Ashaari & Hairuliza Mohamad Judi  
Jabatan Komputeran Industri  
Fakulti Teknologi dan Sains Maklumat  
Universiti Kebangsaan Malaysia  
43600 UKM Bangi, Selangor  
nsa@ftsm.ukm.my  
hmj@ftsm.ukm.my

Abdul Azim Abdul Ghani @ Mohd Hasan Selamat  
Jabatan Sistem Maklumat  
Fakulti Sains Komputer dan Teknologi Maklumat  
Universiti Putra Malaysia  
43400 Serdang, Selangor  
azim@fsktm.upm.edu.my  
hasan@fsktm.upm.edu.my

Aida Suraya Md. Yunus  
Jabatan Pendidikan Sains dan Teknikal  
Fakulti Pengajian Pendidikan  
Universiti Putra Malaysia  
43400 Serdang, Selangor  
aida@educ.upm.edu.my